

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-092345

(43)Date of publication of application : 11.04.1989

(51)Int.Cl.

C22F 1/04
B22D 17/00

(21)Application number : 62-150884

(71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 17.06.1987

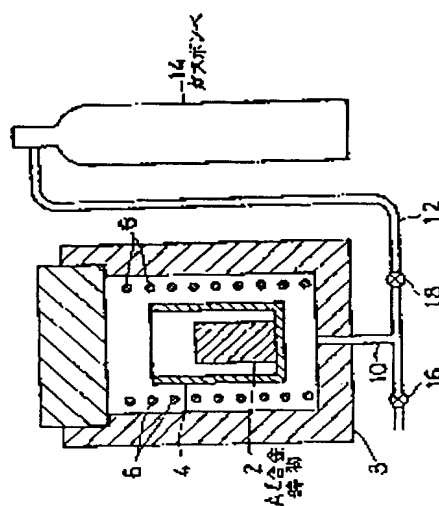
(72)Inventor : NISHIGUCHI KATSUYA
KOTAKI TSUYOSHI

(54) HEAT TREATMENT OF AL ALLOY CASTINGS

(57)Abstract:

PURPOSE: To remove the shrinkage cavity within the castings made of Al alloy and to produce the titled castings having excellent thermal fatigue resistance by heating and pressurizing the Al alloy castings under specific conditions and thereafter subjecting said castings to quenching and solution heat treatment.

CONSTITUTION: Machine parts such as a cylinder head of engine, etc., are cast by the Al alloy contg., e.g., Cu, Si, Mg, Zn, Fe, Mn, etc., and the resulting castings 2 are charged to a crucible 4. Said crucible is charged to a heating furnace 9 provided with heating means 6 to close it tightly, is heated to $510 \pm 560^{\circ}\text{C}$ by the heating means 6 while supplying an inert gas such as Ar and N thereto under 70kg f/cm^2 pressure from a bomb 14 and is subjected to the heating and pressurizing treatment for about 2hr. The compounds having low melting point (e.g., Al_2CuMg , $\text{Al}_2\text{Cu}_2\text{Mg}_2$, Mg_2Si) in the Al alloy castings 2 are melted to pack into the shrinkage cavity in the Al castings and is subjected to a solution heat treatment by quenching at about 485°C , by which the castings such as a cylinder head made of Al alloy having excellent thermal fatigue resistance are produced.



BEST AVAILABLE COPY

⑫ 公開特許公報(A)

平1-92345

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)4月11日

C 22 F 1/04
B 22 D 17/00A-6793-4K
B-8823-4E

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 A1合金鋳物の熱処理方法

⑯ 特 願 昭62-150884

⑰ 出 願 昭62(1987)6月17日

⑱ 発 明 者 西 口 勝 也 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
 ⑲ 発 明 者 小 滝 強 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
 ⑳ 出 願 人 マツダ株式会社 広島県安芸郡府中町新地3番1号
 ㉑ 代 理 人 弁理士 神原 貞昭

明 細 書

1. 発明の名称

A1合金鋳物の熱処理方法

2. 特許請求の範囲

(1) A1合金鋳物をその中に含まれる低融点化合物が局部的に融解する加熱温度をもって加熱するとともに70kgf/cm²以上の圧力をもって加圧し、次いで、焼入れする溶体化処理を含んで成るA1合金鋳物の熱処理方法。

(2) 上記加熱温度が510～560℃とされ、かつ、上記A1合金鋳物に対する溶体化処理時間が2時間以上とされていることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のA1合金鋳物の熱処理方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、A1合金鋳物に対してその機械的性質を向上させるべく行われる熱処理方法に関する。

(従来の技術)

車両等に搭載されるエンジンのシリンダヘッドは、通常、その重量の軽減を図るべくA1合金鋳

物によって形成される。そして、シリンダヘッドには高温の燃焼熱が作用するため、シリンダヘッドに適用されるA1合金鋳物は、その耐熱疲労性を向上させるべく製造後において焼入れ等の溶体化処理が施される。

しかしながら、A1合金鋳物は、その製造時において引け巣が生じ易く、斯かる引け巣は通常の溶体化処理によつては除去されずA1合金鋳物の内部に残留するものとなる。このように、内部に引け巣を有するA1合金鋳物がシリンダヘッドに適用された場合には、エンジンの燃焼熱によってシリンダヘッドが熱疲労してクラックが発生する等の問題が生じ、斯かる問題は、エンジンの高出力化に伴って増加する傾向にある。

このような、A1合金鋳物中にシリンダヘッドの耐熱疲労性を劣化させる原因となる引け巣が発生することを抑制すべく、例えば、特開昭58-84662号公報にも記載されている如く、気密室内に配置された砂型の内部に溶湯を注入した後、砂型の湯口を蓋部材で閉塞して気密室内の気圧を高め、

砂型内に注入された溶湯に圧力を加えるようにされた加圧鋳造法が提案されている。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、上述の如く of 加圧鋳造法においては、砂型内に注入された溶湯は比較的速やかに凝固するため、引け巣が発生することを十分に抑制することが困難であるという問題がある。

これに対し、鋳造されたA l合金鋳物に対し、溶体化処理を施すとともに流体圧力を加えることにより、A l合金鋳物中の引け巣を閉塞する熱間静水圧法を採用することが考えられるが、斯かる熱間静水圧法によってA l合金鋳物中の引け巣を除去する場合には、約1000kgf/cm²という高い圧力をもってA l合金鋳物を加圧することが必要とされるので、大掛かりな装置が必要とされるという不都合がある。

また、A l合金鋳物に対する溶体化処理を行うに際しての加熱温度を高めてA l合金鋳物中に含有されるS i (珪素) の粒状化を促進させ、それにより、A l合金鋳物の耐熱疲労性を向上させる

ことが考えられるが、A l合金鋳物に対する加熱温度を高めた場合には、A l合金鋳物中に含まれるA l: C u M g, A l: C u: M g: , M g: , A l. 及びM g: S i等の低融点化合物が局部的に融解し、融解したこれら低融点化合物が凝固する際にA l合金鋳物中に巣が形成されてしまうという不都合がある。

斯かる点に鑑み本発明は、大掛かりな装置が必要とされることなく、鋳造時に内部に発生した引け巣が確実に除去され、かつ、内部に含有されたS iの粒状化が促進されて耐熱疲労性が著しく向上せしめられたA l合金鋳物を得ることができる、A l合金鋳物の熱処理方法を提供することを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

上述の目的を達成すべく、本発明に係るA l合金鋳物の熱処理方法は、A l合金鋳物をその中に含まれる低融点化合物が局部的に融解する加熱温度をもって加熱するとともに、70kgf/cm²以上の圧力をもって加圧し、その後、焼入れする溶体化処

理を含むものとされ、より具体的には、加熱温度が510 ~ 560 ℃とされ、かつ、A l合金鋳物に対する溶体化処理時間が2時間以上とされる。

(作 用)

上述の如くの、本発明に係るA l合金鋳物の熱処理方法においては、A l合金鋳物が510 ~ 560 ℃の温度をもって加熱されるとともに70kgf/cm²の圧力をもって加圧されることにより、A l合金鋳物中に含有された低融点化合物が局部的に融解し、鋳造時にA l合金鋳物の内部に形成された引け巣に充填される。

このようにされることにより、A l合金鋳物の内部に生じた引け巣が、融解した低融点化合物によって閉塞されるので、引け巣が確実に除去された耐熱疲労性に優れたA l合金鋳物が得られる。また、A l合金鋳物に対する溶体化処理が比較的高温のもとで行われるので、比較的短時間でA l合金鋳物中におけるS iの粒状化が促進され、それにより、さらに耐熱疲労性に優れた高品質のA l合金鋳物が得られる。

(実施例)

以下、本発明の実施例について図面及び顕微鏡写真を参照して説明する。

第1図は、本発明に係るA l合金鋳物の熱処理方法を実現すべく用いられる熱処理装置を概略的に示す。第1図において、A l合金鋳物2は、例えば、C u (銅) が1.0 ~ 1.5 重量%, S i が4.5 ~ 5.5 重量%, M g (マグネシウム) が0.4 ~ 0.6 重量%, Z n (亜鉛) が0.3 重量%以下, F e (鉄) が0.6 重量%以下, M n (マンガン) が0.5 重量%以下、及び、A l (アルミニウム) が残部とされた成分組成を有するA C 4 D合金とされている。斯かるA l合金鋳物2は、るつば4内に配されており、るつば4は、内壁面にヒーク6が装着された加熱炉8内に配されている。

加熱炉8内には、圧力通路10の一端部が開口せしめられており、圧力通路10の他端部は圧力通路12に連結されている。圧力通路12の一端部には、アルゴンガスあるいは窒素ガス等の不活性ガスが高圧で封入されたガスボンベ14に連結

されている。そして、圧力通路12における圧力通路10が連結された部位を挟む2箇所には、バルブ16及び18が介装されており、バルブ16が閉状態をとるとともにバルブ18が開状態をとるとき、ガスボンベ14内に封入された不活性ガスが、圧力通路12及び10を通じて加熱炉8内に導入され、また、バルブ18が開状態をとるとともにバルブ16が開状態をとるとき、加熱炉8内に導入された不活性ガスが圧力通路10及び12を通じて排出される。

斯かる構成とされる熱処理装置が用いられて、A₂合金鋳物2に対する熱処理が行われるに際しては、るつぼ4内にA₂合金鋳物2が収納され、るつぼ4が加熱炉8内に配置された後、縦軸に加熱温度T_Hがとられ横軸に時間Tがとられて表される第2図に示される如く、ヒータ6によってA₂合金鋳物2に対する加熱温度T_Hが約550℃まで上昇せしめられ、その温度が約50分間維持される。

このようにして、A₂合金鋳物2に対する加熱

温度T_Hが約550℃に維持された状態において、バルブ16が閉状態をとるとともにバルブ18が開状態をとり、ガスボンベ14内に封入された不活性ガスが加熱炉8内に導入される。それにより、A₂合金鋳物2が、縦軸に加圧力I_Pがとられ横軸に時間Tがとられて表される第3図に示される如く、約90kgf/cm²の圧力をもって約30分間加圧される。このようにして、A₂合金鋳物2に対し、約550℃の加熱温度T_Hをもつての加熱、及び、約90kgf/cm²の圧力をもつての加圧が行われた後には、例えば、約485℃の加熱温度T_Hをもつて約4時間の溶体化処理（焼入れ）、さらに、180℃の加熱温度をもつて約6時間の焼戻し処理が行われる。

第4図及び第5図は、夫々、砂型によって鑄造されたAC4D合金の断面、及び、砂型によって鑄造された後、約550℃に加熱されるとともに約90kgf/cm²の圧力をもって加圧されたAC4D合金の断面を、5倍の倍率をもって示す顕微鏡写真である。

第4図及び第5図の写真において、白色部分に点在する黒色部分がAC4D合金中に形成された引け巣であり、第5図の写真に示されるAC4D合金の断面には引け巣が殆ど認められない。斯かる結果より、AC4D合金を約550℃に加熱するとともに約90kgf/cm²の圧力をもって加圧することにより、AC4D合金中に含まれる低融点化合物が局部的に融解して、それが鑄造時にAC4D合金の内部に形成された引け巣に充填され、それにより、引け巣が確実に除去されたAC4D合金が得られたことが認められる。

なお、上述の例においては、A₂合金鋳物2に対して、550℃の加熱温度をもつての加熱及び約90kgf/cm²の圧力をもつての加圧が行われた後に、

485℃の加熱温度をもつての焼入れが行われるようにされているが、A₂合金鋳物2に対する焼入れに際しての加熱温度を必ずしも低下させる必要はなく、例えば、550℃の加熱温度が保たれた状態でA₂合金鋳物2に対する焼入れが行われるようにされてもよい。

このようにして、本発明に係る熱処理方法が適用されて得られたA₂合金鋳物の引張り強さについて、縦軸に金型によって鑄造されたAC4D合金の引張り強さT_Sがとられ、横軸にAC4D合金に対する溶体化処理温度T_Tがとられて表される第6図を参照して説明する。第6図において実線で示される如く、AC4D合金の引張り強さT_Sは、AC4D合金に対する溶体化処理温度T_Tの上昇に伴って大なるものとなる。しかしながら、溶体化処理温度T_Tが約540℃を越えると内部に含まれるAl₂CuMg、Al₂Cu₂Mg₂、Mg₂Al₂及びMg₂Si等の低融点化合物が融解し、斯かる低融点化合物が凝固する際にA₂合金鋳物の内部に巣が形成されることにより、引張り強さT_Sが低下するものとなる。これに対し、例えば、AC4D合金に対する溶体化処理温度T_Tが約540℃を越えた状態において、AC4D合金を約90kgf/cm²の圧力をもって加圧した場合には、融解した低融点化合物が凝固する際に巣が形成されることが回避されるので、第6図において一点

傾線で示される如く、引張り強さTSが低下することなく内部に含まれるSiの粒状化が促進され、耐熱疲労性に優れたAl合金鋳物が得られることになる。

以下に、本発明に係る熱処理方法に基づく熱処理が施されたAl合金鋳物と従来の熱処理が施されたAl合金鋳物とを用いて、夫々の耐熱疲労性を比較する実験を行って得られた結果について述べる。

斯かる比較実験は、約550℃に加熱されるとともに約90kgf/cm²の圧力をもって加圧される溶体化処理が施されたAC4D合金、及び、約525℃に加熱される溶体化処理が施されたAC4D合金に対し、バーナーによる約20秒間の加熱(250℃)と水による約10秒間の冷却(室温)とを夫々1500回繰り返して行い、その後、夫々のAC4D合金に生じたクラックの長さを比較することにより行われた。

その結果、約550℃に加熱されるとともに約90kgf/cm²の圧力をもって加圧される溶体化処理が施

されたAC4D合金に生じたクラックの長さが3～3.5mmであるのに対し、約525℃に加熱される溶体化処理が施されたAC4D合金に生じたクラックの長さは4～5mmであることが認められた。斯かる結果より、本発明に係る熱処理方法に基づく熱処理が施されたAl合金鋳物の耐熱疲労性は、従来の熱処理が施されたAl合金鋳物の耐熱疲労性に比して1.2～1.5倍程度向上していることがわかる。

以下に、本発明に係る熱処理方法において、低融点化合物が局部的に融解する温度をもって加熱されるAl合金鋳物に対する加圧力を70kgf/cm²以上に設定した理由について、縦軸にAl合金鋳物の引張り強さTSがとられ、横軸にAl合金鋳物に対する加圧力Pがとられて表される第7図、及び、縦軸にAl合金鋳物の密度ADがとられ、横軸にAl合金鋳物に対する加圧力Pがとられて表される第8図を参照して述べる。

第7図及び第8図より、Al合金鋳物に対する加圧力が70～100kgf/cm²に変化する際に、Al合

金鋳物の引張り強さTS及び密度ADが大となることが認められる。これは、Al合金鋳物が加熱される際に融解した低融点化合物が、Al合金鋳物に対する加圧力によって十分に引け巣に充填されたことを示している。従って、加熱されるAl合金鋳物に対する加圧力は70kgf/cm²以上に設定される。

また、Al合金鋳物に対する焼入れの前に行われる溶体化処理に際しての加熱温度THが510～560℃の範囲に設定されるのは、以下の理由に基づく。即ち、加熱温度THが510℃未満である場合には、低融点化合物が十分に融解しないので、Al合金鋳物中の引け巣に充填されるに十分な量の融解した低融点化合物が得られず、また、加熱温度THが560℃を越える場合にはAl合金鋳物の組織が変化する、あるいは、Al合金鋳物を所定の形状に保つことが困難である等の不都合が生じるためである。

さらに、Al合金鋳物に対する焼入れ処理を含む溶体化処理時間が2時間以上とされるのは以下

の理由に基づく。即ち、焼入れ処理を含む溶体化処理時間が、夫々、1時間、2時間、3時間及び4時間とされた4種類のAC4D合金T₁、T₂、T₃及びT₄の引張り強さTSの違いを表す第9図に示される如く、Al合金鋳物に対する溶体化処理時間が2時間未満である場合には、Al合金鋳物に十分な引張り強さTSが得られず、また、Al合金鋳物に含有されるSiが十分に粒状化しないために、十分な耐熱疲労性を有するAl合金鋳物が得られないという不都合が生じるためである。

(発明の効果)

以上の説明から明らかな如く、本発明に係るAl合金鋳物の熱処理方法によれば、Al合金鋳物を510～560℃の温度をもって加熱するとともにAl合金鋳物に対する加圧を行うことにより、Al合金鋳物中に含まれる低融点化合物が局部的に融解して、鋳造時にAl合金鋳物の内部に形成された引け巣に充填されるので、大掛かりな装置等が必要とされることなく、引け巣が確実に除去さ

れた耐熱疲労性に優れたA₂合金鋳物を得ることができる。また、A₂合金鋳物に対する溶体化処理が比較的高温のもとで行われるので、比較的短時間でA₂合金鋳物中に含有されたSiの粒状化が促進され、それにより、さらに耐熱疲労性に優れた高品質のA₂合金鋳物を得ることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係るA₂合金鋳物の熱処理方法の一例を実現すべく用いられる熱処理装置を示す概略構成図、第2図及び第3図は本発明に係る熱処理方法の一例に基づく溶体化処理の説明に供されるグラフ、第4図は砂型によって鑄造されたAC4D合金の断面を示す顕微鏡写真、第5図は砂型によって鑄造されて本発明に係る熱処理方法の一例に基づく熱処理が施されたAC4D合金の断面を示す顕微鏡写真、第6図は溶体化処理時におけるA₂合金鋳物に対する加熱温度とA₂合金鋳物の引張り強さとの関係を示すグラフ、第7図は溶体化処理時におけるA₂合金鋳物に対する加圧力とA₂合金鋳物の密度との関係を示すグラフ、

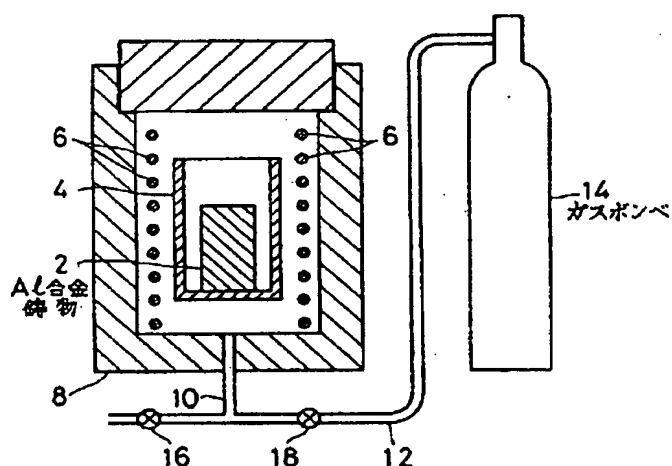
第8図は溶体化処理時におけるA₂合金鋳物に対する加圧力とA₂合金鋳物の引張り強さとの関係を示すグラフ、第9図はA₂合金鋳物に対する溶体化処理時間とA₂合金鋳物の引張り強さとの関係を示すグラフである。

図中、2はA₂合金鋳物、6はヒータ、8は加熱炉、14はガスボンベである。

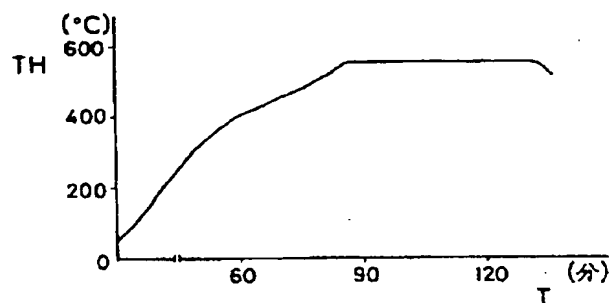
特許出願人 マツダ株式会社
代理人 弁理士 神 原 貞 昭

BEST AVAILABLE COPY

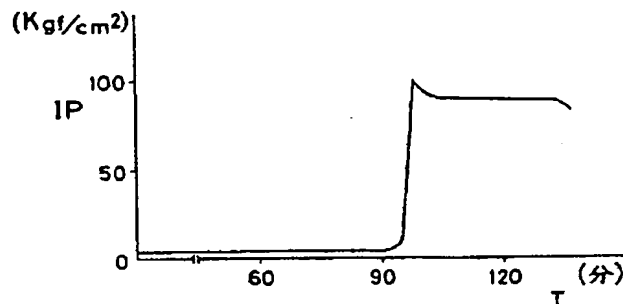
第 1 図



第 2 図



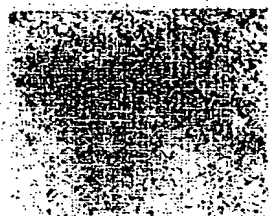
第 3 図



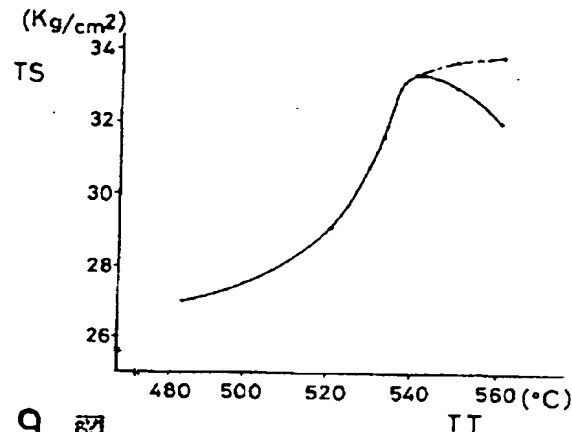
第 4 図



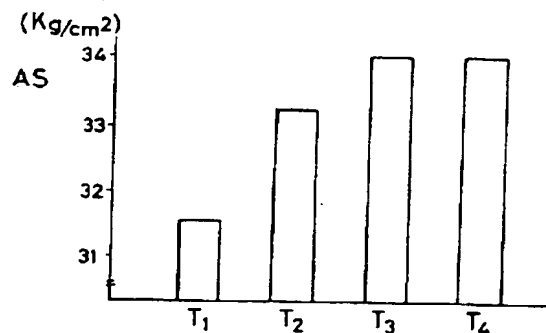
第 5 図



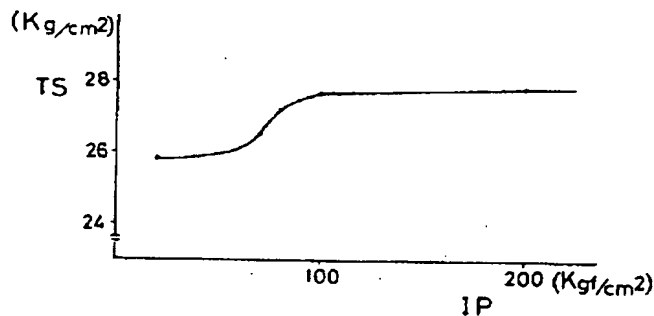
第 6 図



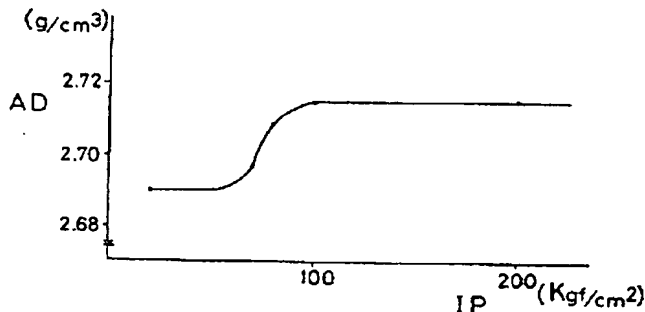
第 9 図



第 7 図



第 8 図



手 続 補 正 書

昭和 63 年 11 月 7 日

特許庁長官 吉田文毅 殿
(特許庁審判長 殿)

1. 事件の表示

昭和 62 年特許願第 150884 号

2. 発明の名称

A 合金鋳物の熱処理方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 広島県安芸郡府中町新地 3 番ノ号

名 称 (3/3) マンダ株式会社

代表者 古 田 徳 昌

4. 代 理 人 〒150

住 所 東京都渋谷区渋谷 1 丁目 8 番 6 号 (吉益坂 STビル)
電話 東京 (03) 498-3666

氏 名 (8390) 弁護士 神原貞昭

5. 補正命令の日付 昭和 63 年 10 月 25 日

6. 補正により増加する発明の数 な し

7. 補 正 の 対 象

明細書の発明の詳細な説明の欄及び図面の簡単な説明の欄

8. 補 正 の 内 容



方 式
審 査

備 山

- (1) 明細書中、第8頁16行及び18～19行、
及び、第15頁13行及び15～16行「AC
4D合金の断面」とあるを「AC4D合金の内
部金属組織」に訂正する。

以上